

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-239780

(43)Date of publication of application : 28.08.2002

(51)Int.Cl.

B23K 35/26  
B23K 1/00  
B23K 3/06  
C22C 13/00  
H05K 3/34

(21)Application number : 2001-033878

(71)Applicant : NIPPON STEEL CORP

(22)Date of filing : 09.02.2001

(72)Inventor : TANAKA MASAMOTO  
ENDO MICHIO  
TATSUMI KOHEI

(54) SOLDER ALLOY, SOLDER BALL AND ELECTRONIC MEMBER HAVING SOLDER BUMP

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To inexpensively provide a lead-free solder alloy which has excellent joining reliability and falling impact resistance without using so Ag ( $\leq 2$  mass%), and can be used as a solder bump of an electronic member, to provide a solder ball having the composition, and to provide an electronic member having the solder bump having the composition.

SOLUTION: The lead-free solder alloy has a composition containing, by mass, 1.0 to 2.0% Ag and 0.3 to 1.5% Cu, and the balance Sn with inevitable impurities. The solder alloy further contains one or more kinds selected from 0.005 to 1.5% Sb, 0.05 to 1.5% Zn, 0.05 to 1.5% Ni and 0.005 to 0.5% Fe, and in which the total content of Sb, Zn, Ni and Fe is  $\leq 1.5\%$ . The concentration of O is  $\leq 10$  ppm. The lead-free solder ball for an electronic member consists of the above solder alloy. The electronic member has a solder bump consisting of the above solder alloy.

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

BEST AVAILABLE COPY

**This Page Blank (uspto)**

311342

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2002-239780  
(P2002-239780A)

(43) 公開日 平成14年8月28日 (2002.8.28)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード <sup>*</sup> (参考)
B 2 3 K 35/26	3 1 0	B 2 3 K 35/26	3 1 0 A 5 E 3 1 9
1/00	3 3 0	1/00	3 3 0 E
3/06		3/06	H
C 2 2 C 13/00		C 2 2 C 13/00	
H 0 5 K 3/34	5 0 5	H 0 5 K 3/34	5 0 5 A
審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 6 頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号 特願2001-33878(P2001-33878)

(22) 出願日 平成13年2月9日 (2001.2.9)

(71) 出願人 000006655

新日本製鐵株式会社

東京都千代田区大手町2丁目6番3号

(72) 発明者 田中 将元

富津市新富20-1 新日本製鐵株式会社技

術開発本部内

(72) 発明者 遠藤 道雄

富津市新富20-1 新日本製鐵株式会社技

術開発本部内

(74) 代理人 100107892

弁理士 内藤 俊太 (外1名)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ハンダ合金、ハンダボール及びハンダバンプを有する電子部材

(57) 【要約】

【課題】 無鉛ハンダ合金であって、A g をさほど使用せず (2 質量%以下)、接合信頼性、耐落下衝撃性に優れたハンダ合金を安価に提供でき、電子部材のハンダバンプ用として使用することのできるハンダ合金、該組成のハンダボール、該組成のハンダバンプを有する電子部材を提供する。

【解決手段】 A g : 1. 0 ~ 2. 0 質量%、C u : 0. 3 ~ 1. 5 質量%を含み、残部 S n 及び不可避免不純物からなることを特徴とする無鉛ハンダ合金。更に S b : 0. 0 0 5 ~ 1. 5 質量%、Z n : 0. 0 5 ~ 1. 5 質量%、N i : 0. 0 5 ~ 1. 5 質量%、F e : 0. 0 0 5 ~ 0. 5 質量%の1 種又は2 種以上を含み、S b、Z n、N i、F e の合計含有量が1. 5 質量%以下である。O 濃度が1 0 p p m 以下である。上記ハンダ合金よりなることを特徴とする電子部材用無鉛ハンダボール。上記ハンダ合金よりなるハンダバンプを有する電子部材。

BEST AVAILABLE COPY

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 Ag : 1.0 ~ 2.0 質量%、Cu : 0.3 ~ 1.5 質量% を含み、残部 Sn 及び不可避不純物からなることを特徴とする無鉛ハンダ合金。

【請求項 2】 更に Sb : 0.005 ~ 1.5 質量%、Zn : 0.05 ~ 1.5 質量%、Ni : 0.05 ~ 1.5 質量%、Fe : 0.005 ~ 0.5 質量% の 1 種又は 2 種以上を含み、Sb、Zn、Ni、Fe の合計含有量が 1.5 質量% 以下であることを特徴とする請求項 1 に記載の無鉛ハンダ合金。

【請求項 3】 O 濃度が 10 ppm 以下であることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の無鉛ハンダ合金。

【請求項 4】 請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載のハンダ合金よりなることを特徴とする電子部材用無鉛ハンダボール。

【請求項 5】 ハンダバンプを有する電子部材であって、該ハンダバンプの一部又は全部は、請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載のハンダ合金よりなることを特徴とする電子部材。

【請求項 6】 複数の電子部品間をハンダ電極によって接合した電子部材であって、該ハンダ電極の一部または全部は、請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載のハンダ合金よりなることを特徴とする電子部材。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、無鉛ハンダ合金に関するものであり、特に半導体基板やプリント基板等の電子部材における電極のハンダバンプに好適なハンダ合金及びハンダボールである。更に該ハンダ合金を用いたハンダバンプを有する電子部材に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 最近の電子部品の小型化、高密度実装に伴い、プリント配線基板等に電子部品を実装する際には、BGA（ボールグリッドアレイ）、CSP（チップサイズパッケージ）技術が用いられるようになっていく。また、これらの技術に採用される電極サイズも微細化の一途をたどっている。

【0003】 これらの接合においては、半導体基板、電子部品、プリント基板等の上に配置された多数の電極にまずハンダバンプを形成する。電子部材上の電極へのハンダバンプ形成は、各電極にフラックスの粘着力を利用してハンダボールを粘着させ、ついで該電子部材を高温に熱してハンダボールをリフローさせることによって行なう。このハンダバンプを介して半導体基板等とプリント基板等との間を接合する。ここで、ハンダバンプとは、銅あるいはアルミ配線電極上のメッキの上に半球状に盛り上がって形成されたハンダをいう。

【0004】 上記実装技術によって半導体素子や電子部品を基板上に実装した電子装置においては、当該装置を作動させると半導体素子等自身の発熱によって温度が上

昇し、装置作動をオフとすると冷却して温度が低下するという加熱・冷却を繰り返す熱サイクルにさらされる。

また、電子装置の使用環境によっては、装置全体が高温と低温とを繰り返す環境にさらされる。半導体素子自身が発熱する場合には半導体素子とプリント基板との間に温度差が生じるため、半導体素子とプリント基板との接合部には熱応力が発生する。また、装置全体が熱サイクルを受ける場合においても、半導体素子とプリント基板との間に存在する熱膨張係数差により、同じく半導体素子とプリント基板との接合部に熱応力が発生する。半導体素子とプリント基板との接合はハンダ電極によって行われているので、ハンダ電極の強度及び耐熱疲労強度が低いと、該ハンダ電極部が熱応力によって破壊されることとなる。そのため、このような接合に用いるハンダ合金には優れた耐熱疲労特性が要求される。

【0005】 近年の電子部品の高密度実装に伴い、特にノートパソコン、ビデオカメラ、携帯電話等においては表面実装やBGA実装が進み、基板電極パッド面積の縮小が急激に進んでいるため、接合部位のハンダ量を少量化せざるを得ない状況にある。即ち、ハンダ接合部位の接合面積が低下し、接合部にかかる応力が増大している。また、高密度実装により、高機能・小型化が進んだため情報伝達機器の携帯化も急速に進展した。加えて経済活動領域が地球規模に及ぶに至り、従来考えてもいなかった灼熱の砂漠や極地高地の極寒下等での当該機器が使用される様になっている。このような状況下では、ハンダ接合部が一層厳しい環境下に曝されることを考慮したハンダ実装設計が求められており、そのため、ハンダ材料に対する耐疲労性向上の要求がより一層高まっている。幸いなことに、無鉛ハンダ、特にSn-Ag-Cu系においては、従来Sn-Pb共晶ハンダで見られるPbの粗粒化は発生しないため、耐疲労性に関しては実用上ほぼ満足できるレベルにある。

【0006】 一方、携帯電話等の持ち運び可能なデジタル製品に関しては、その使用上の特質から使用中に誤って床面に落下させたりぶつけたりする事態を想定する必要がある。このような衝撃に対しても使用する電子部品のハンダ接合部位が破壊しないだけの耐衝撃性を有することが要求される。これに対し、従来の耐疲労性ハンダ合金においては、主にハンダの強度を増大することによって耐疲労性の改善を図っており、その結果として耐衝撃性についてはむしろ低下する傾向が見られた。ハンダ接合部位の耐衝撃性の向上を図るためには、接合部位のハンダ合金として延性の優れた合金を用いることが最も効果的である。

【0007】 一方、廃棄された電子装置を廃棄処理するに際し、環境への影響を最少とするため、電子装置に使用するハンダ合金についても無鉛ハンダ合金が要求されるようになっていく。

【0008】 無鉛ハンダ合金としては、二元系ではSn

にAgを3.5%含有した組成が共晶組成となり、融点は221℃と比較的低く、広く無鉛ハンダとして使用されている。耐熱疲労特性もそれなりに良好である。

【0009】電子部品に用いるハンダ合金については、上述のように優れた耐熱疲労特性を必要とする。特開平5-50286号公報においては、電子機器用の無鉛ハンダ合金として、Ag3.0~5.0%、Cu0.5~3.0%、残部Snからなる耐熱疲労特性に優れた高温ハンダが開示されている。Agの含有量については、Agは耐熱疲労特性改善に著しく効果があるが、その添加量が3.0%以下であると耐熱疲労特性を改善する効果が十分でないとしている。ここで提案されているハンダ合金の融点は218℃前後である。Sn-Ag-Cu系ハンダ合金では、Ag4.7%-Cu1.7%で三元共晶組成となることが報告されており、3%以上のAgを含有することによって共晶点近傍の組成として融点を下げ、ハンダ合金としての使いやすさを実現している。

#### 【0010】

【発明が解決しようとする課題】電子部材用鉛フリーハンダ、特に電子部材用鉛フリーハンダボールにおいて、接合信頼性、特に耐衝撃信頼性、耐落下信頼性で重要になる点は、ハンダ材料の延性である。従来Sn-Ag共晶組成、Sn-3.5AgやそのSn-Ag共晶組成近傍のSn3.5Ag-0.7Cuでは、延性が優れていることが知られている。更にはSn-Ag-Cu三元共晶組成であるSn-4.7Ag-1.7Cuも延性に優れていることが知られている。しかし、これらのハンダ合金は、原材料価格的に高価なAgを3.0質量%以上含んでいるため、非常に高価なハンダにならざるを得ない。

【0011】本発明は、無鉛ハンダ合金であって、Agをさほど使用せず(2質量%以下)、接合信頼性、耐落下衝撃性に優れたハンダ合金を安価に提供でき、電子部材のハンダバンプ用として使用することのできるハンダ合金、該組成のハンダボール、該組成のハンダバンプを有する電子部材を提供することを目的とする。

#### 【0012】

【課題を解決するための手段】即ち、本発明の要旨とするところは以下のとおりである。

(1) Ag:1.0~2.0質量%、Cu:0.3~1.5質量%を含み、残部Sn及び不可避不純物からなることを特徴とする無鉛ハンダ合金。

(2) 更にSb:0.005~1.5質量%、Zn:0.05~1.5質量%、Ni:0.05~1.5質量%、Fe:0.005~0.5質量%の1種又は2種以上を含み、Sb、Zn、Ni、Feの合計含有量が1.5質量%以下であることを特徴とする上記(1)に記載の無鉛ハンダ合金。

(3) O濃度が10ppm以下であることを特徴とする上記(1)又は(2)に記載の無鉛ハンダ合金。

(4) 上記(1)乃至(3)のいずれかに記載のハンダ合金よりなることを特徴とする電子部材用無鉛ハンダボール。

(5) ハンダバンプを有する電子部材であって、該ハンダバンプの一部又は全部は、上記(1)乃至(3)のいずれかに記載のハンダ合金よりなることを特徴とする電子部材。

(6) 複数の電子部品間をハンダ電極によって接合した電子部材であって、該ハンダ電極の一部または全部は、上記(1)乃至(3)のいずれかに記載のハンダ合金よりなることを特徴とする電子部材。

【0013】従来、電子部品用の無鉛ハンダ合金としては、Agの含有量は3%以上必要であるとされていた。本発明においては、Ag含有量1.5質量%付近においてハンダ合金の伸びが著しく向上するAg成分範囲が存在することを見出し、これによってハンダ合金の延性を顕著に増大して耐熱疲労特性及び耐衝撃性の改善を実現した。

【0014】本発明は上記知見に基づいてなされたものであり、Ag:1.0~2.0質量%、Cu:0.3~1.5質量%を含有するSn系ハンダ合金組成を適用することにより、安価な無鉛ハンダ合金を提供し、耐熱疲労特性と耐衝撃性を著しく向上し、リフロー後の表面性状の確保を同時に実現することを可能にした。

#### 【0015】

【発明の実施の形態】Ag含有量が0.5~3質量%の範囲にあり、かつCu含有量が0.3~2.0質量%の範囲にあるSnハンダ合金であれば、従来のSn-Pbハンダ合金やSnハンダ合金と同等の延性を有し、更にこれらに比較して良好な耐疲労特性を有している。本発明においては、更にAg含有量を1.0~2.0質量%の範囲とすることにより、ハンダ合金の伸びが著しく向上し、延性の増大を図ることができる。Ag含有量が1.0~1.7質量%の範囲にあれば、伸びの向上効果を最も顕著に得ることができる。

【0016】Sn-Ag系のハンダ合金にCuを添加すると、Cu含有量1.5質量%までは固相線温度(融点)が低下するが、それを超えると急激に固相線温度が上昇する。そのため、本発明ではCu含有量上限を1.5質量%とする。

【0017】Sn-Ag系合金においては、凝固組織の中にAg<sub>3</sub>Sn金属間化合物のネットワークが生成し、ハンダの強度や疲労特性を向上させる。Sn-Agのみ合金においてはAg<sub>3</sub>Sn金属間化合物のネットワークが相互に十分に連結されないが、Sn-Ag系のハンダ合金にCuを0.3質量%以上添加すると、内部のAg<sub>3</sub>Sn金属間化合物のリング状ネットワークが密になり、ハンダバンプの強度、疲労特性を向上し、電子部品用として必要な強度や耐熱疲労特性を確保することが可能になる。そのため、本発明ではCu含有量下限を0.

3質量%とする。

【0018】本発明はSn基ハンダ合金である。Snは13.2℃で変態する特性を有している。低温におけるSn変態時には破断が進行しやすい。本発明のハンダ合金に更にSb:0.005~1.5質量%を含有させることにより、低温におけるSn変態を抑制することができ、寒冷地条件にける耐熱疲労特性をより一層向上させることができる。

【0019】Sb含有量は、0.005質量%未満ではSnの低温変態の抑制効果が十分ではないので、下限を0.005質量%とする。また、1.5質量%を超えるとリフロー後のハンダ表面がさつきが抑えられず、かつ耐熱疲労特性改善効果も減少するので、上限を1.5質量%とする。

【0020】本発明のハンダ合金にさらにZn、Ni又はFeを添加することにより、ハンダ合金の強度を向上させることができる。

【0021】Zn含有量は、0.05質量%未満の添加量では、強度向上に効果はなく、また1.5質量%を超える添加では、リフロー後のハンダ表面のがさつきが出始め、延性も低下し始めるので、成分範囲を0.05~1.5質量%とする。

【0022】Ni含有量は、0.05質量%未満の添加量では、強度向上に効果はなく、また1.5質量%を超える添加では、延性が低下し始めるので、成分範囲を0.05~1.5質量%とする。更に、0.05質量%以上のNi添加では、Niメッキ電極基板との接合の際に、濃度勾配差による基板メッキNiの拡散を抑制し、Ni<sub>3</sub>Sn<sub>4</sub>等の金属間化合物の成長を抑制できる。

【0023】Fe含有量は、0.005質量%未満では強度向上に効果はなく、また0.5質量%を超えると延性が低下し、ハンダ表面がざらつき、濡れ性が悪くなることから、成分範囲を0.005~0.5質量%とする。

【0024】本発明ハンダに、Sb、Zn、Ni、Feを、これらの1種、又は2種以上を添加すると、強度は改善されるが、これらの1種、又は2種以上、またはSb、Zn、Ni、Feの合計含有量が1.5質量%を超えて添加すると、ハンダの延性が低下し始めることから、Sb、Zn、Ni、Feの合計含有量を1.5質量

%以下とする。

【0025】本発明ハンダ合金を溶解混練する際、溶解雰囲気为非酸化雰囲気にし、ハンダ合金中の固溶酸素濃度を低下させると、強度は約10%向上する。本ハンダ合金を、大気中溶解混練した材料を、グローディスチャージ質量分析(Gdms)で分析すると、十数ppmの酸素が検出される。一方、アルゴン雰囲気等の非酸化雰囲気中で溶解混練したハンダ合金の酸素検出量は、数ppmレベルとなる。酸素検出量が10ppm以下である場合、そのシェア強度は、大気溶解のものに比して、10%強度は改善された。よって本発明の上記(3)ではハンダ合金中の酸素濃度を10ppm以下にする。

【0026】本発明のハンダ合金を使用した電子部品においては、ハンダ電極が優れた延性と強度を有するため、耐熱疲労特性と耐衝撃性に優れた電子部品とすることができる。

【0027】また、本発明のハンダボールを用いて製造した電子部品は、ハンダ電極が優れた延性と強度を有するため、耐熱疲労特性と耐衝撃性に優れた電子部品とすることができる。

【0028】更に、上記組成のハンダバンプを有する電子部品は、微細かつ多数のハンダバンプを形成する場合においても、良好な品質の電子部品とすることができる。特に、ハンダバンプの1辺の長さが0.2mm以下の微小ハンダバンプにおいて、従来組成のハンダバンプでは実現することのできない良好な成績を得ることができる。上記組成のハンダ電極によって複数の電子部品間を接合した電子部品は、ハンダ電極が極めて良好な耐熱疲労特性と耐衝撃性を有しているという優れた特徴を有するものである。

【0029】

【実施例】表1に示す成分のハンダ合金を作製し、それぞれの機械特性評価を実施した。実施例1~11が本発明例であり、比較例1はAgが本発明下限以下であり、比較例2はAgが本発明上限以上であり、比較例3は従来の3.5Agの高価な無鉛ハンダ合金であり、比較例4はSb、Zn、Niの添加合計が1.5質量%を超えたものである。

【0030】

【表1】

例	合金元素 (質量%)							延性 EL (%)	強度 TS (Mpa)	TS×EL (強度・ 延性積)	平均耐落 下衝撃 回数	その他
	Sn	Ag	Cu	Sb	Zn	Ni	Fe					
実施例 1	残	1.0	0.3					59	26	1534 ○	36 回 △	
実施例 2	残	1.2	0.5					55	28	1540 ○	38 回 △	
実施例 3	残	1.5	0.5					58	28	1624 ○	44 回 ○	
実施例 4	残	1.5	0.7					62	29	1798 ○	51 回 ○	
実施例 5	残	1.7	0.5					55	29	1595 ○	39 回 △	
実施例 6	残	1.5	0.7					70	32	2240 ○	53 回 ○	Ar 雰囲気 溶解混練
実施例 7	残	1.5	0.5	0.5				60	32	1920 ○	47 回 ○	
実施例 8	残	1.5	0.5		0.5			58	35	2030 ○	48 回 ○	
実施例 9	残	1.5	0.5			0.5		61	34	2074 ○	51 回 ○	
実施例 10	残	1.5	0.5				0.2	48	31	1488 △	42 回 ○	
実施例 11	残	1.5	0.5	0.3	0.3	0.3		57	37	2109 ○	53 回 ○	
比較例 1	残	0.5	0.5					30	27	810 ×	24 回 ×	
比較例 2	残	2.2	0.5					42	28	1176 ×	28 回 ×	
比較例 3	残	3.5	0.5					50	35	1750 ○	48 回 ○	高価
比較例 4	残	1.5	0.5	0.6	0.6	0.6		28	39	1092 ×	27 回 ×	

【0031】ハンダ合金の延性・強度特性については、延性(%)、強度(MPa)を評価し、さらに強度(MPa)×延性(%)を算出した。強度×延性が1500

以上の場合には耐衝撃性が安定して優れているとして「○」と評価し、強度×延性が1300～1500の場合は耐衝撃性に優れているとして「△」と評価し、強度×延性が1300未満は「×」と評価した。

【0032】本発明例1～11はいずれも良好な強度×延性の成績を実現した。実施例4と実施例6との比較から明らかなように、酸素以外の成分が同一成分でも、Ar雰囲気の非酸化雰囲気中で溶解混練した実施例6は、酸素濃度が5ppmであるため、酸化雰囲気中で溶解混練して酸素濃度が16ppmである実施例4と比較し、強度が約1割向上している。

【0033】比較例1はAg含有量が低すぎ、比較例2はAg含有量が高すぎ、比較例4はSb、Zn、Niの添加合計が1.5質量%を超えているため、それぞれ延性が低下し、結果として強度×延性の値が1300未満となり、十分な耐衝撃性が得られなかった。

【0034】ハンダ合金の耐落下衝撃性を評価するため、本発明合金を基に、φ300μmの電子部材接続用ハンダボールを作製した。それぞれについて以下に示すSiチップ部品と基板をハンダ付けし(240ボール)、それをフリップチップ接続したものを試験片とした。落下衝撃試験は、同フリップチップ接続した衝撃試験片を、金属板にネジ止め固定し、高さ50cmから落下させた。落下後、最も衝撃の大きいチップ周辺部位のハンダ接合部(64ポイント)のすべてを電氣的に導通があるかを評価し、一点でも導通が無いハンダ接合部位が生じた時点で破断とし、耐落下衝撃性を評価した。平

均耐落下衝撃数で40回以上は、耐落下衝撃性が特に優れているとして「○」と評価し、平均耐落下衝撃数で30回～40回は優れているとして「△」と評価し、平均耐落下衝撃数30回未満は「×」と評価して表1に記載した。本発明例である実施例1～11は、いずれも良好な耐落下衝撃性を示した。

【0035】上記落下強度試験に用いるSiチップ部品は、Siチップ上にφ200μmの電極ランドを合計240配置したものであり、最外郭の周囲に64配置である。またピッチ間隔は0.3mmである。プリント基板は、片面配線のガラスエポキシ樹脂基板であり、Siチップと同様に配置し、それらを本発明ハンダ合金のφ300μmのボールでフリップチップ接続した。

【0036】本発明の実施例1～11と比較例3の3.5Agハンダ合金とを対比すると、本発明はAgの含有量が少ないので安価なハンダ合金を提供することが可能になり、さらに比較例3と同等あるいはそれ以上の良好な耐衝撃性、耐落下衝撃性を得ることができた。

【0037】

【発明の効果】本発明の組成を有する無鉛ハンダ合金を用いることにより、従来の無鉛ハンダ合金に比較して安価に提供することが可能になり、同時に極めて優れた耐熱疲労特性と耐衝撃性を実現することができた。

【0038】本発明の組成を有するハンダボールを用いてハンダバンプを形成することができる。また、本発明の組成のハンダバンプを形成した電子部材、本発明の組成のハンダ電極で電子部品間を接合した電子部材は、電極の耐熱疲労特性と耐衝撃性が優れているという効果を有するものである。

フロントページの続き

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>

H 0 5 K 3/34

識別記号

5 1 2

F I

H 0 5 K 3/34

タームコード (参考)

5 1 2 C

(72) 発明者 巽 宏平

富津市新富20-1 新日本製鐵株式会社技  
術開発本部内

F ターム (参考) 5E319 AA03 AC01 AC16 BB01 BB04

BB08 CC33 CD04 CD26 GG03  
GG20